

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 2 月 10 日 (10.02.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/012580 A1

- (51) 国際特許分類⁷: C21D 1/42, 11/00, B21B 45/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/009959
(22) 国際出願日: 2003 年 8 月 5 日 (05.08.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): JFE スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒100-0011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 飯島 慶次 (IIJIMA, Yoshitsugu); 〒210-0855 神奈川県川崎市川

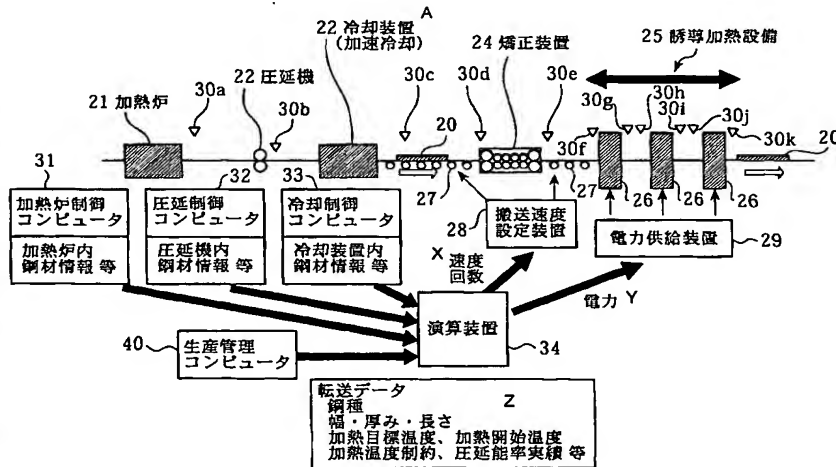
崎区南渡田町 1 番 1 号 JFE 技研株式会社内 Kanagawa (JP). 水野 浩 (MIZUNO, Hiroshi); 〒210-0855 神奈川県川崎市川崎区南渡田町 1 番 1 号 JFE 技研株式会社内 Kanagawa (JP). 関根 宏 (SEKINE, Hiroshi); 〒100-0011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFE スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 鈴木 宣嗣 (SUZUKI, Noritsugu); 〒100-0011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFE スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 杉岡 正敏 (SUGIOKA, Masatoshi); 〒100-0011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFE スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 落合 憲一郎 (OCHIAI, Kenichiro); 〒100-0011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFE スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING STEEL PRODUCT AND PRODUCTION FACILITY THEREFOR

(54) 発明の名称: 鋼材の製造方法およびその製造設備



(57) Abstract: A process for producing a steel product, comprising the step of, after hot rolling, passing a steel product having been quenched or having undergone accelerated cooling on hot rolling line through multiple induction heaters disposed on the hot rolling line three or more times to thereby effect heat treatment thereof. This process enables uniform heat treatment of steel products with high productivity.

(57) 要約: 本発明は、熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を熱間圧延ライン上に設置された複数回の誘導加熱装置に3回以上通過させて熱処理する工程を有する鋼材の製造方法などを提供する。本発明方法により、鋼材を高い生産性で均一に熱処理できる。

- 21...HEATING OVEN
22...ROLLING MACHINE
A...QUENCHER (ACCELERATED COOLING)
24...STRAIGHTENING UNIT
25...INDUCTION HEATING EQUIPMENT
28...CARRYING SPEED SETTING UNIT
29...POWER SUPPLY UNIT
31...HEATING OVEN CONTROLLING COMPUTER
DATA ON STEEL INSIDE HEATING OVEN, ETC.
32...ROLLING CONTROLLING COMPUTER
DATA ON STEEL INSIDE ROLLING MACHINE, ETC.
33...COOLING CONTROLLING COMPUTER
DATA ON STEEL INSIDE QUENCHER, ETC.
34...OPERATING UNIT
40...PRODUCTION CONTROL COMPUTER
X...SPEED, FREQUENCY
Y...POWER
Z...TRANSFERRED DATA: TYPE OF STEEL, WIDTH/THICKNESS/LENGTH, HEATING TARGET TEMP., HEATING INITIATION TEMP., HEATING TEMP. RESTRICTION, ROLLING EFFICIENCY PERFORMANCE, ETC.



(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FR, GB, IT, SE).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

鋼材の製造方法およびその製造設備

技術分野

本発明は、熱間圧延後焼入れまたは急速冷却された鋼材をオンラインで熱処理する鋼材の製造方法、特に、誘導加熱装置を用いた鋼材の製造方法およびその製造設備に関する。

背景技術

板厚が8mm以上の鋼板は、高強度化や高靱性化を図るために、熱間圧延後焼入れや加速冷却によって急冷され、次いで焼戻し処理を受ける場合が多い。

近年、焼入れや加速冷却はオンラインで行われるようになって来たが、焼戻し処理は、相変わらずオフラインでガス燃焼炉により行われているため長時間を要し、鋼板の生産性を著しく阻害している。そのため、焼戻し処理の生産性を向上させるための幾つかの方法が提案されている。

例えば、特開平9-256053号公報には、生産性の向上のために、焼戻し処理時の温度パターンを工夫して生産性を上げる技術が提案されている。この技術では、鋼板は、入り側を高温に、出側を低温に設定されたガス燃焼炉内を連続的に搬送されて熱処理される。具体的には、炉の入り側の温度は目的とする熱処理温度より200℃以上高く設定され、炉の出側に向かって炉温は段階的に低下され、炉の出側前の温度は目的とする熱処理温度から±20℃以内に設定される。しかし、ガス燃焼による加熱方式では、熱の伝達は輻射や対流によるため急速加熱は不可能であり、生産性を十分に向上させることはできない。

また、特開平4-358022号公報や特開平6-254615号公報には、生産性の高い熱処理方法として、加熱装置を圧延ライン上に設置して鋼板を熱処理するオン

ライン熱処理方法が提案されている。前者には、圧延機、加速冷却装置、加熱装置を圧延ライン上に配置して、急速加熱焼戻し熱処理を行い高強度高靱性の鋼板を製造する技術が、後者には、圧延機、矯正機、加速冷却装置、保温装置を圧延ライン上に配置し、圧延や加速冷却により生じる鋼板中の残留応力を保温装置により除去する技術が開示されている。しかしながら、これらの方法でも熱処理時間がかかったり、鋼板を均一に熱処理できないといった問題がある。

特開昭48-25239号公報には、圧延ライン上にソレノイド型誘導加熱装置を複数台直列に配置し、鋼板を熱処理する技術が開示されている。鋼板を1台の誘導加熱装置で目標温度まで加熱しようとする、誘導電流が鋼板の表面近傍に集中して流れ、表面温度が過熱されてキューリー点やAc1変態点を越える恐れがある。したがって、1台の誘導加熱装置では、鋼板の表面温度を一定温度以下に制御しながら板厚中心部まで目標温度に加熱することは困難であるので、この技術では、2つ以上の誘導加熱装置を直列的に配置し、鋼板をその装置内に通過させて、表面温度の上限温度を超えないように板厚中心部まで目標温度になるように加熱している。しかし、そのためには鋼板の搬送速度を低下させる必要があり、十分に高い生産性が得られない。特に、板厚の厚い鋼板の場合は、鋼板内部までの熱伝達に時間が掛かるため搬送速度を大きく低下させる必要があり、生産性が著しく劣る。

発明の開示

本発明は、熱間圧延ライン上に配置した誘導加熱装置を用い、鋼材を高い生産性で均一に熱処理する鋼材の製造方法およびその製造設備を提供することを目的とする。

上記目的は、以下の方法により達成される。

- 1) 熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を、熱間圧延ライン上に設置された複数台の誘導加熱装置に3回以上通過させて熱処

理する工程を有する鋼材の製造方法。ここで、1回の通過とは、鋼材が複数台の誘導加熱装置を一方向に一度だけ通過することを意味する。したがって、鋼材が装置を一往復すれば、通過回数は2回となる。

2). 熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を熱間圧延ライン上に設置された複数台の誘導加熱装置に少なくとも1回通過させて熱処理する工程を有し、かつ、誘導加熱装置への通過回数を、鋼材の表面温度と中心温度が所定の温度範囲に最短時間で収まる回数にする鋼材の製造方法。

3). 熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を熱間圧延ライン上に設置された複数台の誘導加熱装置に少なくとも1回通過させて熱処理する工程を有し、かつ、誘導加熱装置への通過回数を、鋼材の表面温度と中心温度が所定の温度範囲に目標時間内で収まる回数にする鋼材の製造方法。

4). 熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を熱間圧延ライン上に設置された複数台の誘導加熱装置に少なくとも1回通過させて熱処理する工程を有し、かつ、鋼材を、鋼材の寸法と必要昇温量、誘導加熱装置への通過回数および誘導加熱装置の加熱能力に基づいて算出される、鋼材の表面温度が所定の上限温度を越えないで鋼材内部の所定位置の温度が目標温度に達するまでの熱処理時間が目標時間以内に収まるように熱処理する鋼材の製造方法。

5). 熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を熱間圧延ライン上に設置された複数台の誘導加熱装置に少なくとも1回通過させて熱処理する工程を有し、かつ、鋼材を、鋼材の寸法と必要昇温量、誘導加熱装置への通過回数および誘導加熱装置の加熱能力に基づいて算出される、鋼材の表面温度が所定の上限温度を越えないで鋼材内部の所定位置の温度が目標温度に達するまでの熱処理時間が最短となるように熱処理する鋼材の製造方法。

6). 熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を熱間圧延ライン上に設置された2-5台の誘導加熱装置に3回以上通過させて熱処理する工程を有する鋼材の製造方法。

これらの方法は、熱間圧延ライン上に、熱間圧延機と、焼入れまたは加速冷却装置と、複数台の誘導加熱装置と、誘導加熱装置の熱処理パターンを演算する演算装置とを備え、かつ、演算装置が、熱間圧延後焼入れまたは加速冷却された鋼材が誘導加熱装置に到達する予定時刻を計算する手段と、鋼材の寸法と必要昇温量および次に熱処理される鋼材が誘導加熱装置に到達する予定時刻とから、次に熱処理される鋼材を熱間圧延ライン上で待機させることがない熱処理パターンを決定する手段とを有する鋼材の製造設備により実現できる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明である鋼材の製造設備の一例を示す図である。

図2は、図1の誘導加熱装置の詳細を示す図である。

図3A-3Cは、誘導加熱装置の台数と通過回数の違いによる熱処理パターンを比較した図である。

図4は、熱処理時間に有利な通過回数を示した図である。

図5は、電力原単位に有利な通過回数を示した図である。

図6は、本発明である鋼材の製造設備の別の例を示す図である。

図7は、図6の加熱炉制御コンピュータの構成を示す図である。

図8は、図6の圧延制御コンピュータの構成を示す図である。

図9は、図6の冷却制御コンピュータの構成を示す図である。

図10は、図6の演算装置の構成を示す図である。

図11は、演算処理の全体的なフローを示す図である。

図12は、演算処理の詳細なフローを示す図である。

図13は、演算処理の詳細なフローを示す図である。

図14は、次の鋼材の冷却完了予定時刻を算出するためのフローを示す図である。

発明を実施するための形態

図1に、本発明である鋼材の製造設備の一例を示す。

熱間圧延機1により圧延された鋼材2は、水冷装置3による焼入れ処理を受け、矯正機4で歪が矯正されて、複数台の誘導加熱装置5により熱処理される。誘導加熱装置5としては、トランスバース型とソレノイド型があるが、本発明では鋼材2の表面近傍の発熱量を制御する目的から、ソレノイド型の誘導加熱装置5を用いることが望ましい。また、矯正機4は、必ずしも水冷装置3の後面に配置される必要はなく、水冷装置3の上流側や誘導加熱装置5の下流側などに配置されてもよいが、鋼材2の均一加熱や誘導加熱装置5との衝突を防止するために誘導加熱装置5の入り側に配置されることが望ましい。

図2に、図1に示した誘導加熱装置の詳細を示す。

この誘導加熱装置は、複数台の誘導加熱装置5、最初の誘導加熱装置5の入口に備えられ鋼材2の温度を検出する温度検出器6、鋼材2を搬送するための搬送ローラ7、搬送ローラ7の回転から鋼材の搬送速度を検出する速度検出器8、各誘導加熱装置5の供給電力を計算する制御装置9、制御装置9からの出力に基づいて各誘導加熱装置5に供給する電力を制御する電力供給装置10および加熱後の鋼材2の温度を検出する最後の誘導加熱装置5の出口に備えられた温度検出器11とからなる。

以下に、この誘導加熱装置を用いた本発明である鋼材の製造方法の実施形態を説明する。

第1の実施形態：

ここでは、鋼材を往復させて誘導加熱装置を3回以上通過させて熱処理する、いわゆるリバース熱処理を行う。通過回数を増やすことにより、見かけ上の誘導加熱装置の台数が増えて1台毎の昇温量を少なくできるため、通過回数が1回の場合に比べて搬送速度を上げることができる。また、全ての回で加熱せずに、例えば3回でリバース熱処理を行う場合、2回目は単に誘導加熱装置を通過させるだけで、1回目と3回目だけで加熱することもできる。この場合、2回目の搬送速度を上げて熱処理時間を短縮できるので、生産性を向上できる。

第2の実施形態：

ここでは、鋼材を、その表面温度と中心温度が所定の温度範囲に最短時間で収まる通過回数で熱処理する。

第3の実施形態：

ここでは、誘導加熱装置への通過回数を、鋼材の寸法と必要昇温量を用いて通過回数と鋼材の搬送速度と誘導加熱装置の電力設定との関係を求め、この関係から定まる熱処理時間が最短となる回数にして鋼材を熱処理する。

すなわち、通過回数と搬送速度と各誘導加熱装置に供給する電力を変数として、鋼材の表面と中心の温度を求め、それらの温度が所定の温度範囲内に収まっているときの最短の熱処理時間となる通過回数で鋼材を熱処理する。

通過回数と各回における鋼材の搬送速度と各誘導加熱装置の電力設定を決定する手順には、以下に示すように、(1)鋼材毎に搬送速度と通過回数と電力設定を決定する方法と、(2)通過回数と搬送速度と電力設定を鋼材の寸法で予め決めておく方法の二通りが考えられる。

(1) 鋼材毎に搬送速度と通過回数と誘導加熱装置の電力設定を決定する方法

① 鋼材の寸法と必要昇温量を取得する。

生産を制御している計算機から、次に熱処理を行う鋼材の厚み、幅と目標温度、上限温度などの熱処理条件を取得する。

② 通過回数が1回の場合の搬送速度と電力設定を求める。

1回で熱処理すると仮定し、変数を鋼材の搬送速度と各誘導加熱装置の電力とし、制約条件を上限温度と目標温度とし、目的関数が熱処理時間と消費電力量からなる最適化問題を解く。この場合、線形計画法、非線形計画法などの最適化手法を用いて解くこともできるし、各変数を適当に変えて、最も熱処理時間が短くなり、消費電力が小さくなる搬送速度と電力の組み合わせを求めることにより解くこともできる。

③ 通過回数が3回の場合の搬送速度と電力設定を求める。

3回で熱処理すると仮定し、変数を各回の鋼材の搬送速度と各誘導加熱装置の電力とし、制約条件を上限温度と目標温度とし、目的関数が熱処理時間と消費

電力量からなる最適化問題を解く。この場合、線形計画法、非線形計画法などの最適化手法を用いて解くこともできるし、各変数を適当に変えて、最も熱処理時間が短くなり、消費電力が小さくなる搬送速度と電力の組み合わせを求めることにより解くこともできる。

④ 通過回数が複数回の場合の搬送速度と電力設定を求める。

上記③と同様に5回、7回と通過回数を増やして、各回の鋼材の搬送速度と電力の組み合わせを求める。鋼材の寸法と昇温量により、予め最大の通過回数を決めておき、その回数に達するまで④の処理を行う。

⑤ 通過回数を決定する。

熱処理時間が最も短くなる通過回数を選択し、その時の鋼材の搬送速度と電力を用いて鋼材を熱処理する。

(2) 通過回数と鋼材の搬送速度と誘導加熱装置の電力設定を鋼材の寸法により予め決めておく方法

事前に、表1に示すような鋼材のサイズに対応した通過回数と搬送速度のテーブルを鋼種および熱処理パターン毎に作成しておく。

熱処理条件としては、例えば、下記の2つの熱処理条件、ここでは、熱処理前の初期温度、目標温度、これらの差である昇温量の各条件についてテーブルを作成しておく。表1は、a)の熱処理条件に基づき作成した例である。

a) 初期温度400℃、目標温度600℃、昇温量200℃

b) 初期温度100℃、目標温度600℃、昇温量500℃

なお、表1は以下①-⑤の手順で作成される。

①熱処理対象となる鋼材の寸法と必要昇温量を決定する。

②通過回数が1回の場合の鋼材の搬送速度と各誘導加熱装置の電力設定を求める。

1回で熱処理を行うと仮定し、変数を鋼材の搬送速度と各誘導加熱装置の電力、制約条件を上限温度と目標温度、目的関数を熱処理時間と消費電力量からなる最適化問題を解く。この場合、線形計画法、非線形計画法などの最適化方法を用いて解くこともできるし、各変数を適当に変えて、最も消費電力が小さくな

る電力の組み合わせを求めることにより解くこともできる。

③通過回数が3回の場合の鋼材の搬送速度と各誘導加熱装置の電力設定を求める。

3回で熱処理すると仮定し、変数を各誘導加熱装置の電力、制約条件を上限温度と目標温度、目的関数を消費電力量からなる最適化問題を解く。この場合、線形計画法、非線形計画法などの最適化方法を用いて解くこともできるし、各変数を適当に変えて、最も消費電力が小さくなる電力の組み合わせを求めることにより解くこともできる。

④通過回数が複数回の場合の鋼材の搬送速度と各誘導加熱装置の電力設定を求める。

上記③と同様に5回、7回と通過回数を増やして、各回の鋼材の搬送速度と各誘導加熱装置の電力の組み合わせを求める。鋼材の寸法と昇温量により、予め最大の通過回数を決めておき、その回数に達するまで④の処理を行う。

⑤通過回数を決定する。

熱処理時間が最も短くなる通過回数と鋼材の搬送速度を決定する。なお、表1には記載していないが、その際の電力設定も定まる。

そして、実際に熱処理を行う場合には、鋼材の鋼種と熱処理条件と寸法により、表1に与えられた通過回数と搬送速度を選択して熱処理を行う。

その際、初期温度を実測し、想定している初期温度と異なっている場合には、それに基づいて電力設定を補正する。

表1

幅(mm)	1000			2000			3000					
	通過回数	速度1	速度2	速度3	通過回数	速度1	速度2	速度3	通過回数	速度1	速度2	速度3
10	1		60		1		40		1		20	
20	1		40		1		20		3	30	40	40
30	1		20		3	30	40	40	3	20	30	30

第4の実施形態：

通過回数が3回以上でリバース熱処理する場合に、鋼材の搬送速度を各回毎に変更する。第3の実施形態で示したように、温度の制約条件を満たし、熱処理時間と消費電力を最小にするには、各回毎に搬送速度を変更することが有効である。

第5の実施形態：

通過回数が3以上の n 回でリバース熱処理する場合に、 n 回目と $(n-1)$ 回目の鋼材の搬送速度を $(n-2)$ 回目以前の鋼材の搬送速度より早くして熱処理時間を短くする。

例えば、3回で熱処理を行う場合、鋼材の搬送速度を、1回目<2回目、1回目<3回目とする。1回目の熱処理により鋼材は昇温されているため、2回目、3回目の搬送速度を上げることが可能となり、全ての回で同じ搬送速度で熱処理するよりも熱処理時間を短縮でき、また消費電力も低下できる。

第6の実施形態：

まず、この実施形態の基本的考え方について説明する。

熱間圧延後、焼入れまたは加速冷却された鋼材を、熱間圧延ライン上に配置された誘導加熱装置に通過させて熱処理する方法には、鋼材の通過回数を1回にして誘導加熱装置の台数を多くして熱処理する方法と、誘導加熱装置の台数を多くしないで、通過回数を増やして鋼材を往復させてリバース熱処理する方法とが想定される。

そこで、厚さ25mm、長さ25m、幅3.5mの鋼材を、加熱開始温度450℃で、表面の上限温度710℃の制約のもとに、目標温度650℃として、以下の(A) - (C)のケースで熱処理した場合の熱処理時間を比較した。

(A) 誘導加熱装置6台、1回

(B) 誘導加熱装置3台、1回

(C) 誘導加熱装置3台、3回

上記3つのケースについて、それぞれ、上記温度条件を満たす最適な鋼材の搬送速度、誘導加熱装置の電力を算出した結果、下記のようになった。

(A) 搬送速度：55m/min、電力原単位：56.6kWh/ton

(B) 搬送速度：15m/min、電力原単位：50.8kWh/ton

(C) 搬送速度：1回目：50m/min、2回目：120m/min、3回目：120m/min、電力原単位：55.6kWh/ton

図3に、上記条件で熱処理した時の鋼材の表面温度、板厚中心部の温度および平均温度の熱処理パターンを示す。図3AがケースA、図3BがケースB、図3CがケースCの結果である。ここで、温度は鋼材の先端部の温度である。また、図中で、表面温度が短時間(5秒程度)で上下してピークを形成している期間は、鋼材の先端部が誘導加熱装置を通過しているタイミングであり、図3Aの誘導加熱装置6台1回の場合には、ピークが6個あり、図3Bでは誘導加熱装置3台1回のためピークが3個、図3Cでは誘導加熱装置3台で3回のため3つのピークが3回現れる。図3Cで、1回目の通過を示す3つのピークと2回目の通過を示す3つのピークとが時間的に大きく開いているのは、前述したように鋼材の先端部の温度測定をしており、1回目の通過で鋼材の後端部が抜けるまでと2回目の通過で鋼材の先端部が入るまでの時間が長くなるためである。なお、表面温度のピーク値はキューリー点やAc1変態点を越えないように制御されている。これにより、鋼材は所望の特性、例えば硬度や靱性を得ることができる。

そして、図3A-3Cを比較すると、図3Bでは熱処理時間が120秒であり、図3Aでの熱処理時間90秒に比べて長いのは、誘導加熱装置の台数が少ないため、同一の温度条件で熱処理するためには鋼材の搬送速度を遅くする必要があるからである。

また、図3Cは誘導加熱装置3台であるが、通過回数を3回にすることで熱処理時間が80秒となり、図3Aの誘導加熱装置6台1回の場合に比べて短くなっている。これは、通過回数が1回の場合は、鋼材の搬送速度が一定の条件となるが、3回の場合は、熱処理に合わせて搬送速度を変更して、短時間で熱処理できるからである。また、電力原単位も誘導加熱装置6台の場合よりも少なくなっている。

このことから、誘導加熱装置を多く設置して、1回で加熱する場合に比べて、誘導加熱装置を適切な台数設置して、複数回のリバース熱処理を行う方が、短

時間でかつ少ない電力量で熱処理できることがわかる。しかも、設備費が非常に高い誘導加熱装置の台数を少なくできる。上記の例では、誘導加熱装置6台に対して3台で済み、設備費を1/2-2/3に低減できる。さらには、設置スペースも少なく済む。

なお、ここでは示されていないが、誘導加熱装置を2台にして通過回数を複数回にした場合、熱処理時間が多少増加するが、設備費や設置スペースをかなり削減できる。

また、誘導加熱装置を4台または5台にして通過回数を複数回で熱処理した場合は、設備費や設置スペースが若干増えるが、熱処理時間を大幅に短縮できる。

複数回往復させる熱処理方法は、あらゆる鋼材に適用させることは必ずしも必要なく、複数回にした方が時間短縮される場合や電力原単位が少なくなる場合に適用すればよい。例えば、3回や5回が有効なのは、鋼材の寸法が大きく、昇温量が大きくて多くの電力が必要とされる場合である。したがって、鋼材の寸法が小さく、昇温量が小さい場合は、1回の方が有利になるときもある。例えば、図4に、誘導加熱装置を3台としたときの、鋼材の寸法や昇温量により熱処理時間の有利な通過回数を示したように、また図5に、電力原単位電力の有利な通過回数を示したように、多くの場合は複数の通過回数が有利である。しかし、一部では1回が有利となる場合もあることが確認できる。

以上述べた、各実施形態における複数回の通過回数は、奇数回のみならず偶数回でもよい。

次に、本発明である鋼材の製造設備の実施形態を説明する。

図6に、本発明である鋼材の製造設備の別の例を示す。

この製造設備は、同一熱間圧延ライン上に、加熱炉21、圧延機22、加速冷却装置23、矯正装置24、複数台(ここでは3台)の誘導加熱装置26からなる誘導加熱設備25を備えている。また、鋼材20を搬送する搬送ローラ27の速度を設定するための搬送速度設定装置28、各誘導加熱装置26に電力を供給するための電力

供給装置29、加熱炉21を制御する加熱炉制御コンピュータ31、圧延機22を制御する圧延制御コンピュータ32、加速冷却装置23を制御する冷却制御コンピュータ33、誘導加熱設備25を制御するための演算装置34、全体の生産管理を行う生産管理コンピュータ40が付帯されている。そして、加熱炉21の出側には温度計30aが、圧延機22の出側には温度計30bが、冷却装置23の出側には温度計30cが、矯正装置24の入出側には温度計30dと温度計30eが、各誘導加熱装置26の誘導加熱設備25入出側には温度計30f-30kが設置されている。

上記の製造設備においては、鋼材20は、加熱炉21で加熱された後、圧延機22で圧延されたのち、加速冷却装置23で加速冷却される。その後、形状を矯正装置24で矯正された後、誘導加熱装置26によって熱処理される。

その際、加熱炉制御コンピュータ31、圧延制御コンピュータ32、冷却制御コンピュータ33は、鋼材20がどこにあるかをトラッキングしており、演算装置34にその情報が入力される。演算装置34は、所定の演算を行って、誘導加熱設備25における鋼材の通過回数と搬送速度および加熱電力を決定し、その結果を搬送速度設定装置28と電力供給装置29に出力することによって、誘導加熱設備25を制御する。

次に、加熱炉制御コンピュータ31、圧延制御コンピュータ32、冷却制御コンピュータ33、演算装置34の処理の内容を、図7-10を用いて説明する。

図7に、加熱炉21を制御するための加熱炉制御コンピュータ31の構成を示す。

加熱炉制御コンピュータ31は、入力装置31a、入出力制御部31b、中央処理装置31c、記憶装置31d、出力装置31eからなる。なお、記憶装置31dは、固定磁気ディスク、フロッピーディスク、メモリのどれでもよい。それは、以下に述べる他のコンピュータの記憶装置についても同様である。

図8に、圧延機22を制御するための圧延制御コンピュータ32の構成を示す。

圧延制御コンピュータ32は、入力装置32a、入出力制御部32b、中央処理装置32c、記憶装置32d、出力装置32eからなる。

図9に、冷却装置23を制御するための冷却制御コンピュータ33の構成を示す。

冷却制御コンピュータ33は、入力装置33a、入出力制御部33b、中央処理装

置33c、記憶装置33d、出力装置33eからなる。

図10に、誘導加熱設備25を制御するための演算装置34の構成を示す。

演算装置34は、入力装置34a、入出力制御部34b、中央処理装置34c、第1記憶装置34d、第2記憶装置34e、第3記憶装置34f、出力装置34gからなる。

まず、加熱炉制御コンピュータ31、圧延制御コンピュータ32、冷却制御コンピュータ33は、生産管理コンピュータ40から、現在処理中、または、これから処理する鋼材20の諸元情報(鋼材情報)を伝送され、それぞれの記憶装置に格納し、その鋼材情報に含まれる寸法(幅、厚み、長さ)、加熱目標温度、鋼種などを基に、予め設定されているか、算出することによって、加熱炉21、圧延機22、冷却装置23の操業条件を設定するとともに、以下のような処理を行う。

すなわち、加熱炉制御コンピュータ31は、例えば図7に示すように、加熱炉出側温度計30aの信号出力を入力装置31aで取り込み、入出力制御部31bを介して、中央処理装置31cで温度を一定時間周期(例えば、100msec)で監視する。一例としては、単位時間あたりの温度変化から加熱炉21出側より鋼材20が搬出されたかどうかを判断する。この時の加熱炉21から搬出された時刻を加熱完了時刻として記憶装置31dに書き込むとともに、出力装置31eを介して演算装置34に伝送する。時刻は、加熱炉制御コンピュータ31の内部に実装されている現在時刻をカウントするタイマー機能を使ってもよいし、生産管理コンピュータ40から入力される時刻や外部から入力される時刻を参照してもよい。

また、圧延制御コンピュータ32は、例えば図8に示すように、圧延機出側温度計30bの信号出力を入力装置32aで取り込み、入出力制御部32bを介して、中央処理装置32cで温度を一定時間周期(例えば、100msec)で監視する。単位時間あたりの温度変化で、圧延機22出側から鋼材20が搬出されたかどうかを判断する。圧延制御コンピュータ32も、この時の鋼材20が圧延機22から出た時刻を圧延完了時刻として記憶装置32dに書き込むとともに、出力装置32eを介して演算装置34に伝送する。時刻の設定は、加熱炉制御コンピュータ31と同様に内部のタイマー機能が生産管理コンピュータ40や外部から入力参照により行う。

また、冷却制御コンピュータ33は、例えば図9に示すように、冷却装置出側

温度計30cの信号出力を入力装置33aに取り込み、入出力制御部33bを介して、中央処理装置33cで温度を一定時間周期(例えば、100msec)で監視する。単位時間あたりの温度変化で、冷却装置23出側から鋼材20が搬出されたかどうかを判断する。この時の鋼材20が冷却装置23から出た時刻を冷却完了時刻として記憶装置33dに書き込む。また、生産管理コンピュータ40から伝送された鋼材情報、加熱炉制御コンピュータ31伝送された加熱完了時刻、圧延制御コンピュータ32から伝送された圧延完了時刻を入力し、記憶装置33dに書き込む。そして、出力装置33eを介して、鋼材情報、冷却完了時刻を演算装置34に伝送する。時刻の設定は、加熱炉制御コンピュータ31と同様に内部のタイマー機能か生産管理コンピュータ40や外部から入力参照により行う。

そして、演算装置34は、生産管理コンピュータ40からの鋼材情報、加熱炉制御コンピュータ31からの加熱完了時刻、圧延制御コンピュータ32からの圧延完了時刻、冷却制御コンピュータ33からの冷却完了時刻を入力装置34aおよび入出力制御部34bを介して中央処理装置34cに送り、第1記憶装置34dに書き込む。また、第2記憶装置34eには、鋼材20の寸法と昇温量の組み合わせ条件から誘導加熱設備25で許容される通過回数が設定されたテーブルと、この通過回数に対応して、鋼材20の寸法と昇温量の組み合わせから決定される誘導加熱設備25内の鋼材20の搬送速度が設定された対応した複数のテーブルと、通過回数と搬送速度が決定されている時の、鋼材20の寸法と昇温量から決定される消費電力が設定された複数のテーブルが予め書き込まれている。これらのテーブルは、通過回数、搬送速度、加熱電力を決定する際に参照される。また、第3記憶装置34fには、演算装置34で算出された、鋼材の条件によって許容される通過回数、搬送速度、電力の組み合わせである熱処理パターンと、次の鋼材の冷却が完了する予定時刻を書き込む。そして、演算装置34は、以下に述べる演算処理によって、鋼材20についての誘導加熱設備25における通過回数と搬送速度と加熱電力を決定し、入出力制御部34bを介して出力装置34gから、通過回数と搬送速度を搬送速度設定装置28に出力し、加熱電力値を電力供給装置29に出力する。ここで、熱処理パターンとは、鋼材を所望の特性になるように誘導加熱設備25

で熱処理するための誘導加熱設備25への設定パラメータ組み合わせの条件を意味し、この実施形態では、通過回数、搬送速度、電力の組み合わせとしたが、これに加えて、鋼材の長手位置に合わせて電力設定値や搬送速度を変更する設定値や、通過回数毎に使用する誘導加熱設備の台数を変更する条件などの鋼材の加熱温度変化に影響を与えるパラメータを加えて熱処理パターンとするようにしてもよい。

以下に、演算装置34における上述の熱処理パターン(通過回数、搬送速度、電力の組み合わせ)を決定するための演算処理の手順を、図11-14を用いて説明する。なお、以下の演算では、通過回数を種々の熱処理パターンを求めるための基準のパラメータとし、まず幾つかの通過回数について熱処理パターンを求めた後、時間や電力などの最適な熱処理パターンを選択するようにしている。

図11は、演算処理の全体的なフローを示す図である。

前の鋼材の演算が完了した時点で、対象材(現在加熱処理中の鋼材の次に加熱処理する鋼材)についての演算が開始され、以下のStep1-4の手順で演算が行われる。

Step1：寸法と昇温量に基づき、加熱可能な通過回数(例えば、1回と3回と5回)を、第2記憶装置34eの加熱可能な通過回数テーブルを参照して、次Step以降の演算をするための通過回数の候補とする。

Step2：Step1で選択された通過回数に基づき、それぞれの回数に対応した搬送速度と加熱電力を算出する。図12に示すように、搬送速度と加熱電力を計算する方法には、予め設定されているテーブルから条件に基づき、搬送速度と加熱電力を参照し決定する方法と、熱処理条件に基づき、加熱モデル計算から、最適解を算出する方法がある。したがって、最初に搬送速度は、テーブル参照によって求めるか、最適化計算によって求めるかを判断する。通常は、高精度に温度制御が可能な最適化計算を選択するが、高精度を必要としない温度条件が厳しくない場合や、これまでにない成分を有する鋼材を熱処理する場合には、テーブル参照にて行う場合もある。

搬送速度をテーブル参照しない場合には、最適化計算によって、搬送速度と

加熱電力を決定し、処理時間を算出する。

一方、搬送速度をテーブル参照する場合には、通過回数と鋼材の寸法と昇温量の値に基づいて、第2記憶装置34eに記憶された速度テーブルを参照し、搬送速度を算出することになる。

同様に、加熱電力に関してもテーブル参照で決定するか最適化計算によって決定するかを判断する。

テーブル参照しない場合は、最適化計算で加熱電力を求めた後、処理時間を算出して、加熱電力を決定する。

一方、加熱電力をテーブル参照する場合は、通過回数と搬送速度と鋼材の寸法と昇温量の値に基づいて、第2記憶装置34eに記憶された電力テーブルを参照し、加熱電力を算出する。

上記の演算を、Step1で候補となった通過回数の分だけ、例えば、1回と3回と5回が候補となった場合は、それぞれについて計算するので、合計3回の演算を行うことになり、各回数に対応した搬送速度、加熱電力、処理時間が算出される。ここで算出された結果は、第3記憶装置34fに格納される。

Step3：Step2で算出された結果に基づいて、最適通過回数を決定する。図13に示すように、冷却装置出側温度計30cで、対象材の冷却が完了したかどうかをチェックしている。これは、誘導加熱設備25での熱処理に許容できる時間（目標処理時間）を正確に算出するために、冷却装置23を出たタイミングを基準に時間を算出するためである。なお、目標処理時間は、通常、次の鋼材が熱処理工程より前の工程で待機せずに済む時間に、あるいは目標処理時間をオーバーした時は、次の鋼材の待機時間が最短となる時間に設定される。そして、対象材が冷却装置23を出たタイミングで演算が開始される。

まず、次の鋼材の冷却完了予定時刻を取得して、対象材の冷却完了時刻との時間差を求めて、対象材の目標処理時間を算出する。なお、ここでは、冷却完了時刻に基づいて目標処理時間を算出しているが、誘導加熱設備25への到着時刻に基づいて目標処理時間を算出することもできる。

次に、処理時間を優先するかどうかを判断する。通常は、処理時間が短いほ

ど電力も少ないので、処理時間が優先され、処理時間最短の通過回数が選択される。処理時間を優先しない場合、例えば、次の鋼材の搬送が遅れており、目標処理時間が非常に長く取れる場合には、目標処理時間内に加熱が完了する条件のうちで加熱電力が最小となる通過回数を選択する。

Step4：最後に、Step3で決定された通過回数に対応して搬送速度と加熱電力が決定される。すなわち、これにより誘導加熱設備25の熱処理パターンが決定される。

なお、上記のStepでは、通過回数、搬送速度、電力は鋼材の寸法と昇温量から算出されるが、これ以外に鋼種も条件に加えることができる。

次に、Step3で述べた次の鋼材の冷却完了予定時刻の算出方法を、図14を用いて説明する。

鋼材20の位置は、各コンピュータ31-33によりトラッキングされる。トラッキングの方法は、加熱炉出側温度計30a、圧延機出側温度計30bの出力によって行うが、赤外線などを利用した通過検出センサを用いたり、圧延機内では圧延ロールの荷重ON/OFFやモータの電流負荷などの値を利用することもできる。

まず、加熱炉21を制御する加熱炉制御コンピュータ31は次の鋼材をトラッキングして、次の鋼材が加熱炉21を出た時刻を記憶するとともに、その時刻データを演算装置34に送信する。

演算装置34は、入力された時刻データに基づいて、次の鋼材が冷却装置23を出る予定時刻を搬送速度と移動距離から算出する。算出した次の鋼材の冷却完了予定時刻は、演算装置34の第3記憶装置34fに記憶される。

さらに、圧延機22を制御する圧延制御コンピュータ32も次の鋼材をトラッキングして、次の鋼材が圧延機22を出た時刻を記憶するとともに、その時刻データを演算装置34に送信する。

演算装置34は、入力された時刻データに基づいて、再度、次の鋼材が冷却装置23を出る予定時刻を搬送速度と移動距離から算出する。算出した次の鋼材の冷却完了予定時刻は、演算装置34の第3記憶装置34fに更新書き込みされる。これにより、さらに正確に次の鋼材の冷却完了予定時刻を算出することができる。

この場合は、冷却完了予定時刻の計算を演算装置34で行ったが、加熱炉制御コンピュータ31、圧延制御コンピュータ32、冷却制御コンピュータ33で行い、その結果を演算装置34に伝送することもできる。

本発明の製造方法は、鋼板の板厚方向の温度分布を均一にするためのみならず、板厚方向で温度差を設ける場合にも適用可能である。

実施例

図1および図2に示す鋼材の製造設備を用いて鋼材のオンライン熱処理を行った。ここで、誘導加熱装置は、ソレノイド型誘導加熱装置を直列に3台配置する構成とした。鋼材A、Bは水冷装置で400℃まで加速冷却を行い、鋼材C、Dは100℃に焼入れ処理を行った。冷却後、板厚中心部が600℃となるように焼戻し熱処理を行った。なお、鋼材の表面温度の上限は、これら鋼材のAc1変態点である720℃とした。

表2に、鋼材A-Dの通過回数1回と3回で熱処理したときの熱処理時間を示す。

ここでは、通過回数1回と3回で行ったときの搬送速度と電力量を求め、どちらで処理を行うかを判断した。最適化計算の結果、熱処理時間が短くなるのは、鋼材AとCでは1回で、鋼材BとDでは3回で行う必要のあることがわかる。

なお、この実施例では、鋼材の中心温度が所定温度となるように制御したが、中心部でなく鋼材内部の任意の位置の温度で制御することもできる。

表2

		A	B	C	D
鋼材寸法(厚×幅mm)		15×3500	25×3500	15×3500	25×3500
加熱前温度(°C)		400	400	100	100
熱処理温度(°C)		600	600	600	600
昇温量(°C)		200	200	500	500
通過回数1回のときの 搬送速度(m/s)		0.33	0.17	0.17	0.08
通過回数1回のときの 電力(kWh)		15.7	28.2	33.7	58.7
通過回数1回のときの 熱処理時間(s)		186.0	324.0	366.0	642.0
通過回数3回 のときの 搬送速度(m/s)	1回目	0.67	0.33	0.33	0.17
	2回目	1.17	0.83	0.67	0.5
	3回目	1.0	0.67	0.5	0.33
通過回数3回のときの 電力(kWh)		22.8	38.4	40.4	71.0
通過回数3回のときの 熱処理時間(s)		207.4	308.1	396.0	589.0

請 求 の 範 囲

1. 熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を、前記熱間圧延ライン上に設置された複数台の誘導加熱装置に3回以上通過させて熱処理する工程を、
有する鋼材の製造方法。

2. 鋼材の搬送速度を、誘導加熱装置への通過回数毎に変更する請求の範囲1の鋼材の製造方法。

3. 通過回数を3以上の n 回にして熱処理する場合に、 n 回目と $(n-1)$ 回目の鋼材の搬送速度を、 $(n-2)$ 回目以前の鋼材の搬送速度より早くする請求の範囲1の鋼材の製造方法。

4. 熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を、前記熱間圧延ライン上に設置された複数台の誘導加熱装置に少なくとも1回通過させて熱処理する工程を有し、

かつ、前記誘導加熱装置への通過回数を、前記鋼材の表面温度と中心温度が所定の温度範囲に最短時間で収まる回数にする、
鋼材の製造方法。

5. 誘導加熱装置への通過回数を、鋼材の寸法と必要昇温量を用いて通過回数と鋼材の搬送速度と誘導加熱装置の電力設定との関係を求め、前記関係から定まる熱処理時間が最短となる回数にする請求の範囲4の鋼材の製造方法。

6. 通過回数を3回以上にして熱処理する場合に、鋼材の搬送速度を通過回数毎に変更する請求の範囲4の鋼材の製造方法。

7. 通過回数を3以上の n 回にして熱処理する場合に、 n 回目と $(n-1)$ 回目の鋼材の搬送速度を $(n-2)$ 回目以前の鋼材の搬送速度より早くする請求の範囲4の鋼材の製造方法。

8. 熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を、前記熱間圧延ライン上に設置された複数台の誘導加熱装置に少なくとも1回通過させて熱処理する工程を有し、

かつ、前記誘導加熱装置への通過回数を、前記鋼材の表面温度と中心温度が所定の温度範囲に目標時間内で収まる回数にする、鋼材の製造方法。

9. 目標時間を次の鋼材が前工程で待機せずに済む時間に設定する、あるいは前記目標時間をオーバーした時は、前記目標時間を前記次の鋼材の待機時間が最短となる時間にする請求の範囲8の鋼材の製造方法。

10. 目標時間を、次の鋼材の冷却を終了させる時刻または前記次の鋼材が誘導加熱装置に到着する時刻に基づいて算出する請求の範囲9の鋼材の製造方法。

11. 誘導加熱装置への通過回数を、鋼材の寸法と必要昇温量を用いて通過回数と鋼材の搬送速度と誘導加熱装置の電力設定との関係を求め、前記関係から定まる熱処理時間が目標時間内となる回数のうち、消費電力が最小となる回数にする請求の範囲9の鋼材の製造方法。

12. 熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を、前記熱間圧延ライン上に設置された複数台の誘導加熱装置に少なくとも1回通過させて熱処理する工程を有し、

かつ、前記鋼材を、前記鋼材の寸法と必要昇温量、前記誘導加熱装置への通過回数および前記誘導加熱装置の加熱能力に基づいて算出される、前記鋼材

の表面温度が所定の上限温度を越えないで前記鋼材内部の所定位置の温度が目標温度に達するまでの熱処理時間が目標時間以内に収まるように熱処理する鋼材の製造方法。

13. 目標時間を次の鋼材が前工程で待機せずに済む時間に設定する、あるいは前記目標時間をオーバーした時は、前記目標時間を前記次の鋼材の待機時間が最短となる時間にする請求の範囲12の鋼材の製造方法。

14. 鋼材の加熱を、目標時間以内に完了し、消費電力が最小となるように行う請求の範囲13の鋼材の製造方法。

15. 通過回数を3回以上にして熱処理する場合に、最終回目の回数における鋼材の搬送速度を1回目の回数における鋼材の搬送速度より速くする請求の範囲13の鋼材の製造方法。

16. 熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を、前記熱間圧延ライン上に設置された複数台の誘導加熱装置に少なくとも1回通過させて熱処理する工程を有し、

かつ、前記鋼材を、前記鋼材の寸法と必要昇温量、前記誘導加熱装置への通過回数および前記誘導加熱装置の加熱能力に基づいて算出される、前記鋼材の表面温度が所定の上限温度を越えないで前記鋼材内部の所定位置の温度が目標温度に達するまでの熱処理時間が最短となるように熱処理する鋼材の製造方法。

17. 通過回数を3回以上にして熱処理する場合に、最終回目の回数における鋼材の搬送速度を1回目の回数における鋼材の搬送速度より速くする請求の範囲16の鋼材の製造方法。

18. 熱間圧延後、熱間圧延ライン上で焼入れまたは加速冷却された鋼材を、前記熱間圧延ライン上に設置された2-5台の誘導加熱装置に3回以上通過させて熱処理する工程を、
有する鋼材の製造方法。

19. 次の鋼材が前工程で待機せずに済む時間内となる通過回数で、あるいは次の鋼材が前工程で待機した場合は待機時間が最短となる通過回数で熱処理を行う請求の範囲18の鋼材の製造方法。

20. 通過回数を3回以上にして熱処理する場合に、最終回目の回数における鋼材の搬送速度を1回目の回数における鋼材の搬送速度より速くする請求の範囲19の鋼材の製造方法。

21. 熱間圧延ライン上に、
熱間圧延機と、
焼入れまたは加速冷却装置と、
複数台の誘導加熱装置と、
前記誘導加熱装置の熱処理パターンを演算する演算装置と、
を備え、
かつ、前記演算装置が、
熱間圧延後焼入れまたは加速冷却された鋼材が前記誘導加熱装置に到達する予定時刻を計算する手段と、
前記鋼材の寸法と必要昇温量および前記鋼材の次に熱処理される鋼材が前記誘導加熱装置に到達する予定時刻とから、前記次に熱処理される鋼材を前記熱間圧延ライン上で待機させることがない熱処理パターンを決定する手段と、
を有する鋼材の製造設備。

図 1

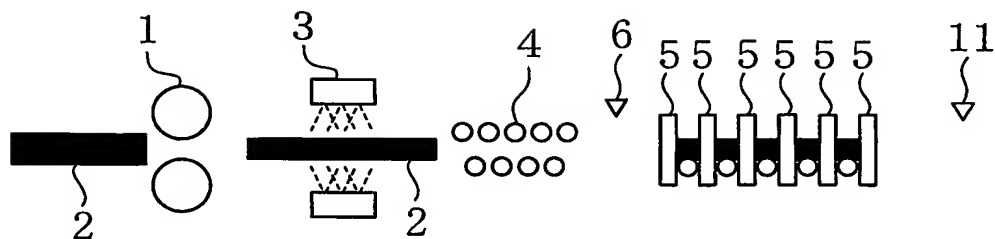


図 2

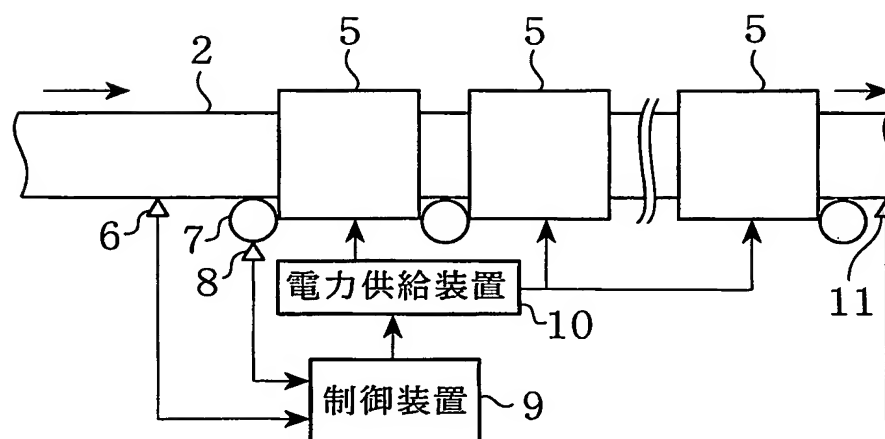


図 3A

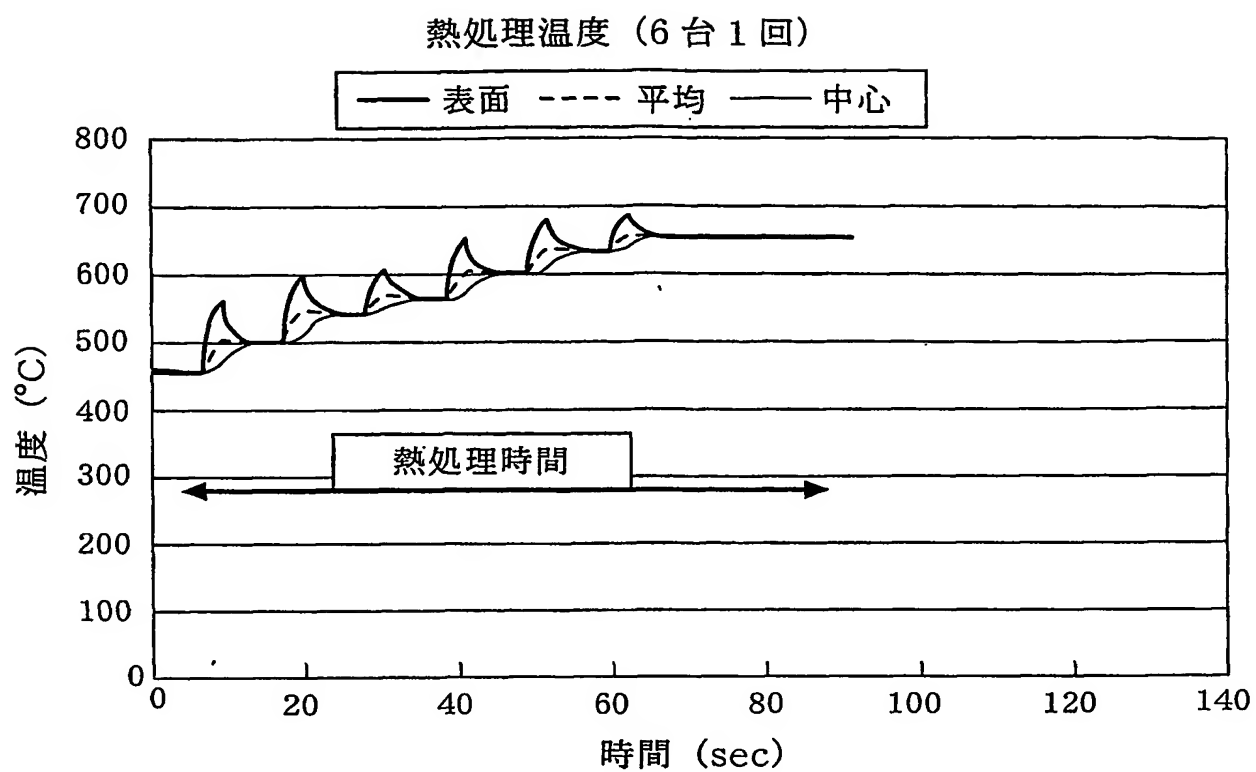


図 3B

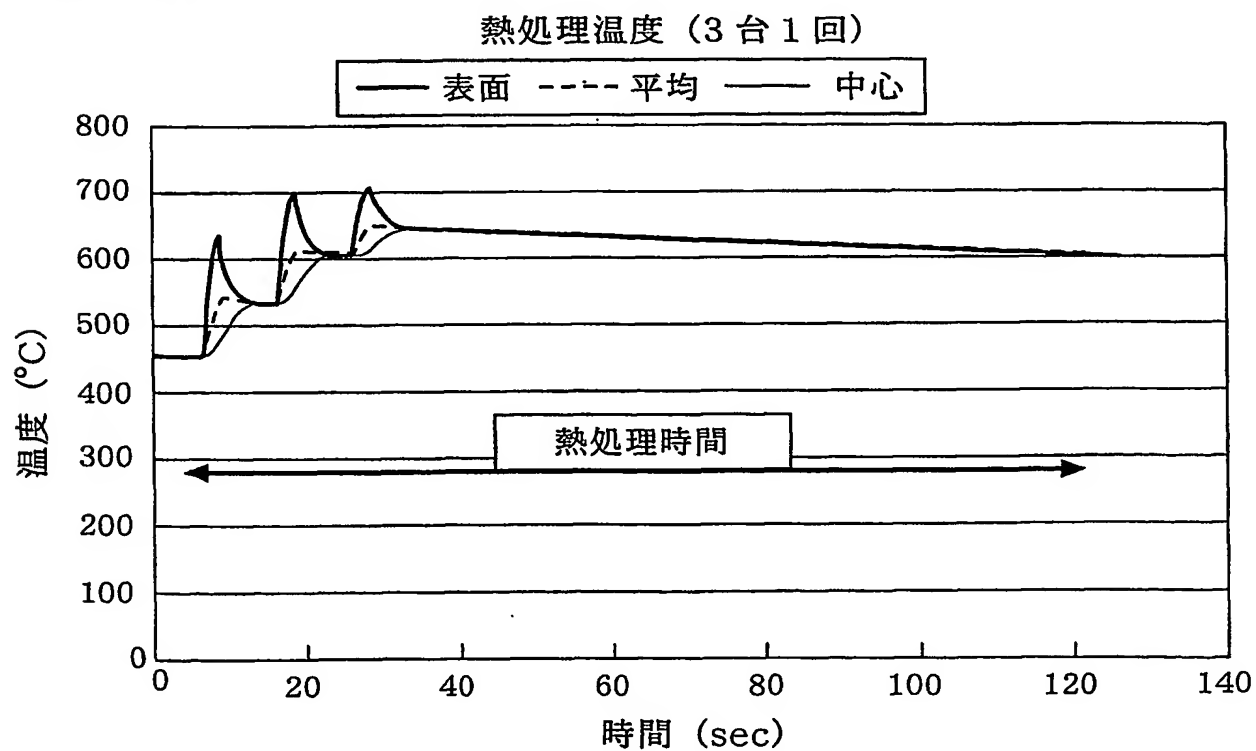


図 3C

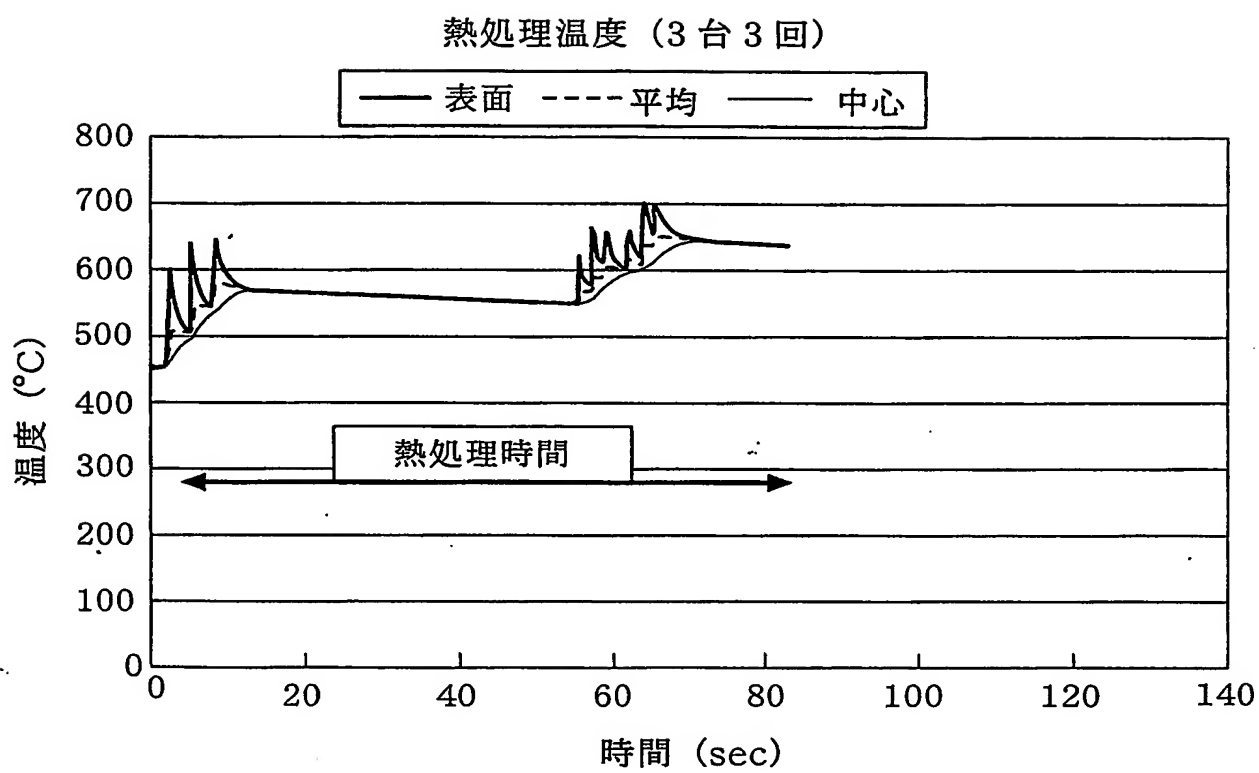


図 4

処理時間優先の通過回数 (誘導加熱装置 3 台の場合)

厚	15mm	加熱目標					厚	20mm	加熱目標					厚	25mm	加熱目標				
		550℃	575℃	600℃	620℃	650℃			550℃	575℃	600℃	620℃	650℃			550℃	575℃	600℃	620℃	650℃
長さ	初期温度	200℃	300℃	400℃	200℃	300℃	400℃	初期温度	200℃	300℃	400℃	200℃	300℃	400℃	初期温度	200℃	300℃	400℃	200℃	300℃
	200℃	1回	3回	1回	3回	3回	200℃	3回	3回	1回	3回	3回	3回	200℃	3回	3回	3回	3回	3回	5回
	300℃	3回	1回	3回	3回	3回	300℃	1回	3回	3回	3回	3回	3回	300℃	3回	3回	3回	3回	3回	5回
15m	400℃	1回	1回	3回	3回	3回	400℃	1回	3回	3回	3回	3回	3回	400℃	3回	3回	3回	3回	3回	5回
	200℃	1回	3回	3回	3回	3回	200℃	3回	3回	3回	3回	3回	3回	200℃	3回	3回	3回	3回	3回	×
	300℃	1回	1回	3回	3回	3回	300℃	3回	3回	3回	3回	3回	3回	300℃	3回	3回	3回	3回	5回	×
25m	400℃	1回	1回	3回	3回	3回	400℃	1回	3回	3回	3回	3回	3回	400℃	3回	3回	3回	5回	5回	×
	200℃	1回	3回	3回	3回	3回	200℃	3回	3回	3回	3回	3回	3回	200℃	—	—	—	—	—	—
	300℃	1回	1回	3回	3回	3回	300℃	3回	3回	3回	3回	3回	3回	300℃	—	—	—	—	—	—
35m	400℃	1回	1回	3回	3回	3回	400℃	1回	3回	3回	3回	3回	3回	400℃	—	—	—	—	—	—
	200℃	1回	3回	3回	3回	3回	200℃	3回	3回	3回	3回	3回	3回	200℃	—	—	—	—	—	—
	300℃	1回	1回	3回	3回	3回	300℃	3回	3回	3回	3回	3回	3回	300℃	—	—	—	—	—	—

厚	30mm	加熱目標					厚	35mm	加熱目標					厚	40mm	加熱目標				
		550℃	575℃	600℃	620℃	650℃			550℃	575℃	600℃	620℃	650℃			550℃	575℃	600℃	620℃	650℃
長さ	初期温度	200℃	300℃	400℃	200℃	300℃	400℃	初期温度	200℃	300℃	400℃	200℃	300℃	400℃	初期温度	200℃	300℃	400℃	200℃	300℃
	200℃	3回	3回	3回	3回	3回	×	3回	3回	3回	3回	3回	×	200℃	3回	3回	3回	3回	3回	—
	300℃	3回	3回	3回	3回	3回	×	3回	3回	3回	3回	3回	×	300℃	3回	3回	3回	5回	5回	—
15m	400℃	3回	3回	3回	3回	3回	×	3回	3回	3回	3回	3回	×	400℃	3回	3回	3回	5回	5回	—
	200℃	3回	3回	3回	3回	5回	×	3回	3回	3回	5回	5回	×	200℃	3回	3回	3回	5回	5回	—
	300℃	3回	3回	3回	5回	5回	×	3回	3回	3回	5回	5回	×	300℃	3回	3回	3回	5回	5回	—
25m	400℃	3回	3回	3回	5回	5回	×	3回	3回	3回	5回	5回	×	400℃	3回	3回	3回	5回	5回	—
	200℃	—	—	—	—	—	—	3回	3回	3回	5回	5回	×	200℃	—	—	—	—	—	—
	300℃	—	—	—	—	—	—	3回	3回	3回	5回	5回	×	300℃	—	—	—	—	—	—
35m	400℃	—	—	—	—	—	—	3回	3回	3回	5回	5回	×	400℃	—	—	—	—	—	—
	200℃	—	—	—	—	—	—	200℃	—	—	—	—	—	200℃	—	—	—	—	—	—
	300℃	—	—	—	—	—	—	300℃	—	—	—	—	—	300℃	—	—	—	—	—	—

×：加熱不可能、—：該当材料なし

図 5

電力原単位優先の回数 (誘導加熱装置 3 台の場合)

厚	15mm	加熱目標					20mm	加熱目標					25mm	加熱目標				
長さ	初期温度	550℃	575℃	600℃	620℃	650℃	初期温度	550℃	575℃	600℃	620℃	650℃	初期温度	550℃	575℃	600℃	620℃	650℃
15m	200℃	1回	1回	1回	1回	3回	200℃	1回	1回	1回	3回	3回	200℃	1回	1回	3回	3回	3回
	300℃	1回	1回	1回	1回	3回	300℃	1回	1回	1回	3回	3回	300℃	1回	1回	3回	3回	3回
	400℃	1回	1回	1回	1回	3回	400℃	1回	1回	1回	1回	3回	400℃	1回	1回	3回	3回	3回
25m	200℃	1回	1回	1回	1回	3回	200℃	1回	1回	1回	3回	3回	200℃	1回	1回	3回	3回	×
	300℃	1回	1回	1回	1回	3回	300℃	1回	1回	1回	3回	3回	300℃	1回	1回	3回	3回	×
	400℃	1回	1回	1回	1回	3回	400℃	1回	1回	1回	1回	3回	400℃	1回	1回	3回	3回	×
35m	200℃	1回	1回	1回	1回	3回	200℃	1回	1回	1回	3回	3回	200℃	—	—	—	—	—
	300℃	1回	1回	1回	1回	3回	300℃	1回	1回	1回	3回	3回	300℃	—	—	—	—	—
	400℃	1回	1回	1回	1回	3回	400℃	1回	1回	1回	1回	3回	400℃	—	—	—	—	—

厚	30mm	加熱目標					35mm	加熱目標					40mm	加熱目標				
長さ	初期温度	550℃	575℃	600℃	620℃	650℃	初期温度	550℃	575℃	600℃	620℃	650℃	初期温度	550℃	575℃	600℃	620℃	650℃
15m	200℃	1回	3回	3回	3回	×	200℃	3回	3回	3回	3回	×	200℃	3回	3回	3回	—	—
	300℃	1回	3回	3回	3回	×	300℃	3回	3回	3回	3回	×	300℃	3回	3回	3回	—	—
	400℃	1回	3回	3回	3回	×	400℃	3回	3回	3回	3回	×	400℃	3回	3回	3回	—	—
25m	200℃	1回	3回	3回	3回	×	200℃	3回	3回	3回	3回	×	200℃	3回	3回	5回	—	—
	300℃	1回	3回	3回	5回	×	300℃	3回	3回	3回	5回	×	300℃	3回	3回	5回	—	—
	400℃	1回	3回	3回	5回	×	400℃	3回	5回	5回	5回	×	400℃	3回	3回	5回	—	—
35m	200℃	—	—	—	—	—	200℃	—	—	—	—	—	200℃	—	—	—	—	—
	300℃	—	—	—	—	—	300℃	—	—	—	—	—	300℃	—	—	—	—	—
	400℃	—	—	—	—	—	400℃	—	—	—	—	—	400℃	—	—	—	—	—

×：加熱不可能、—：該当材料なし

図 6

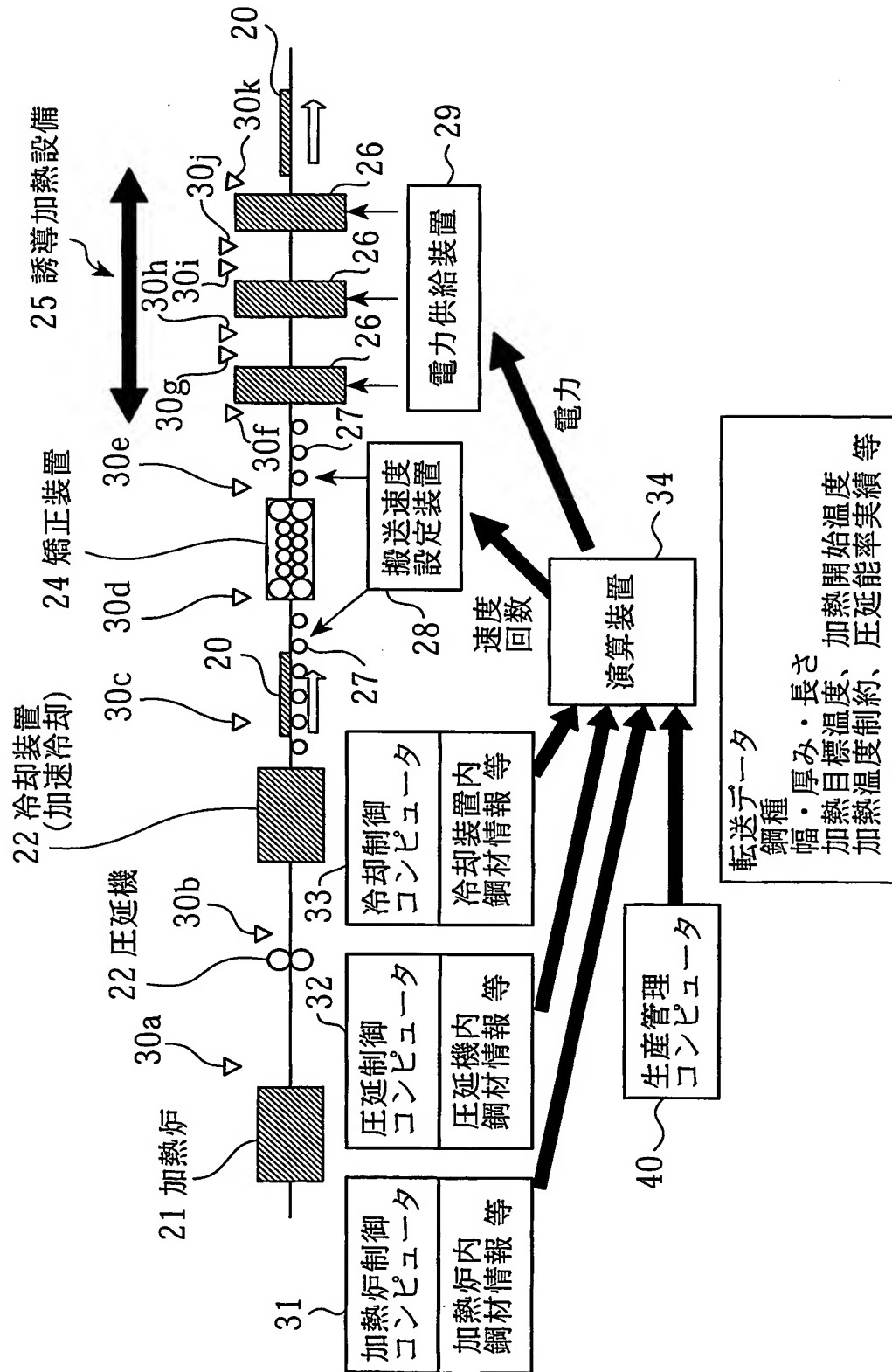


図 7

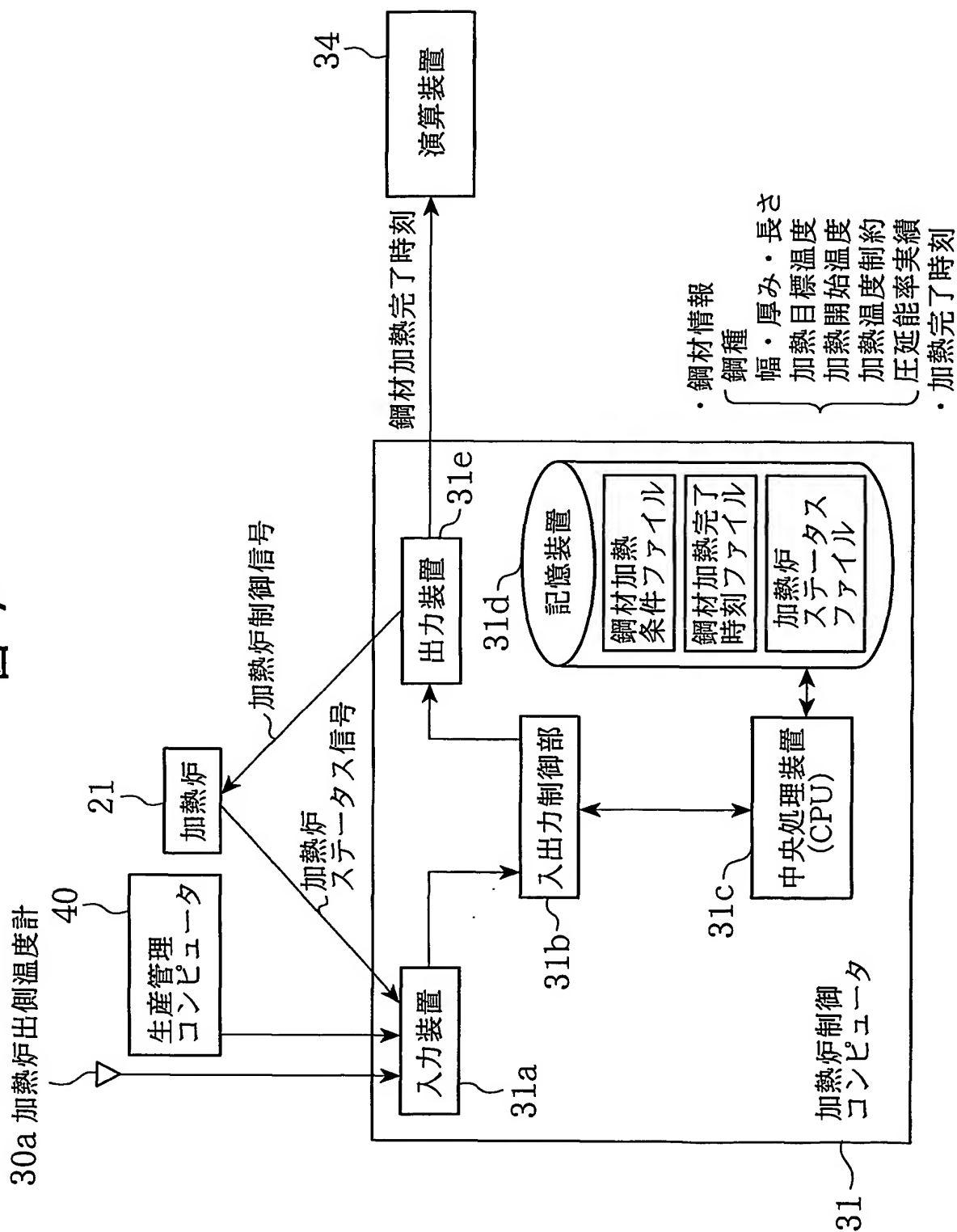


図 8

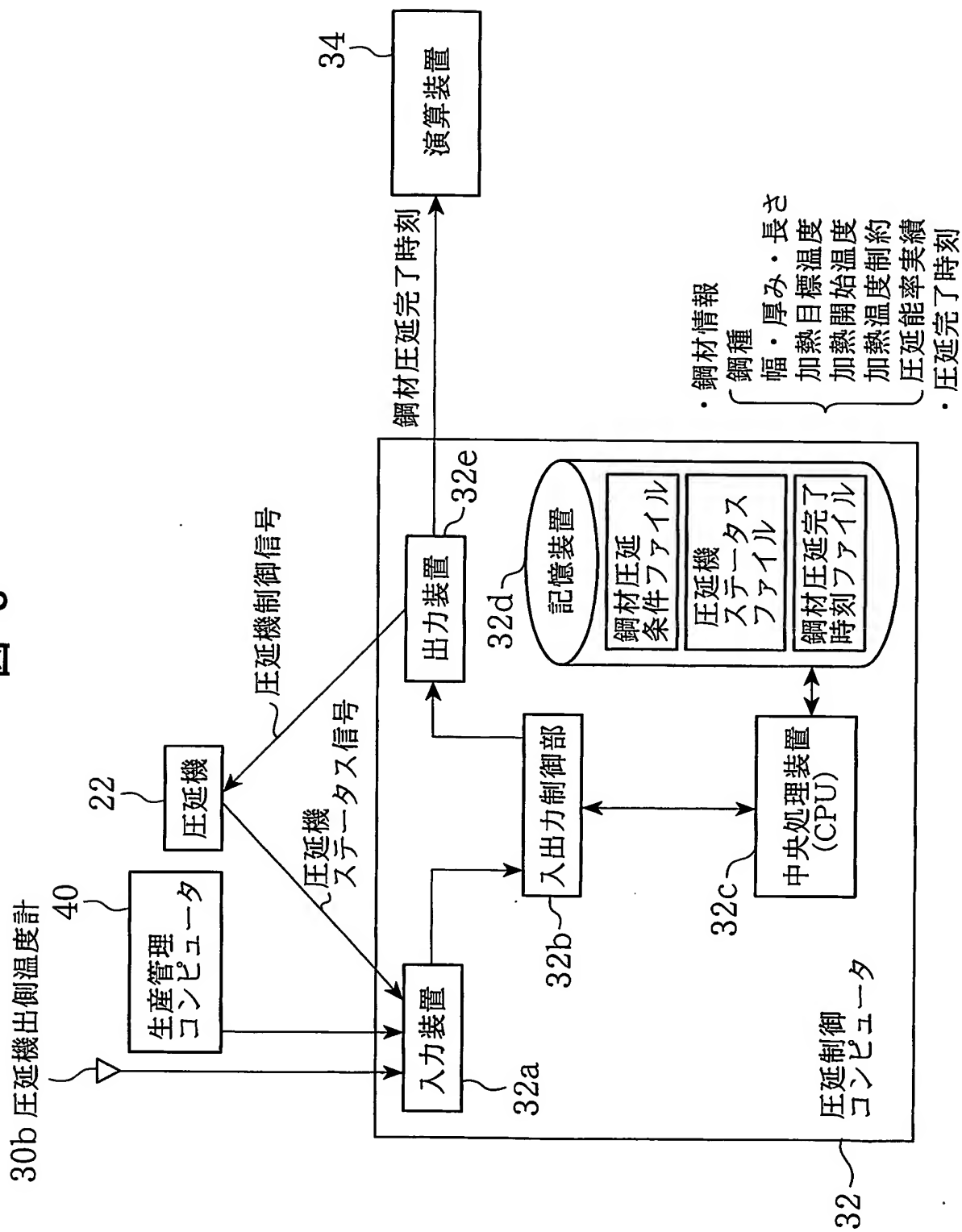


図 9

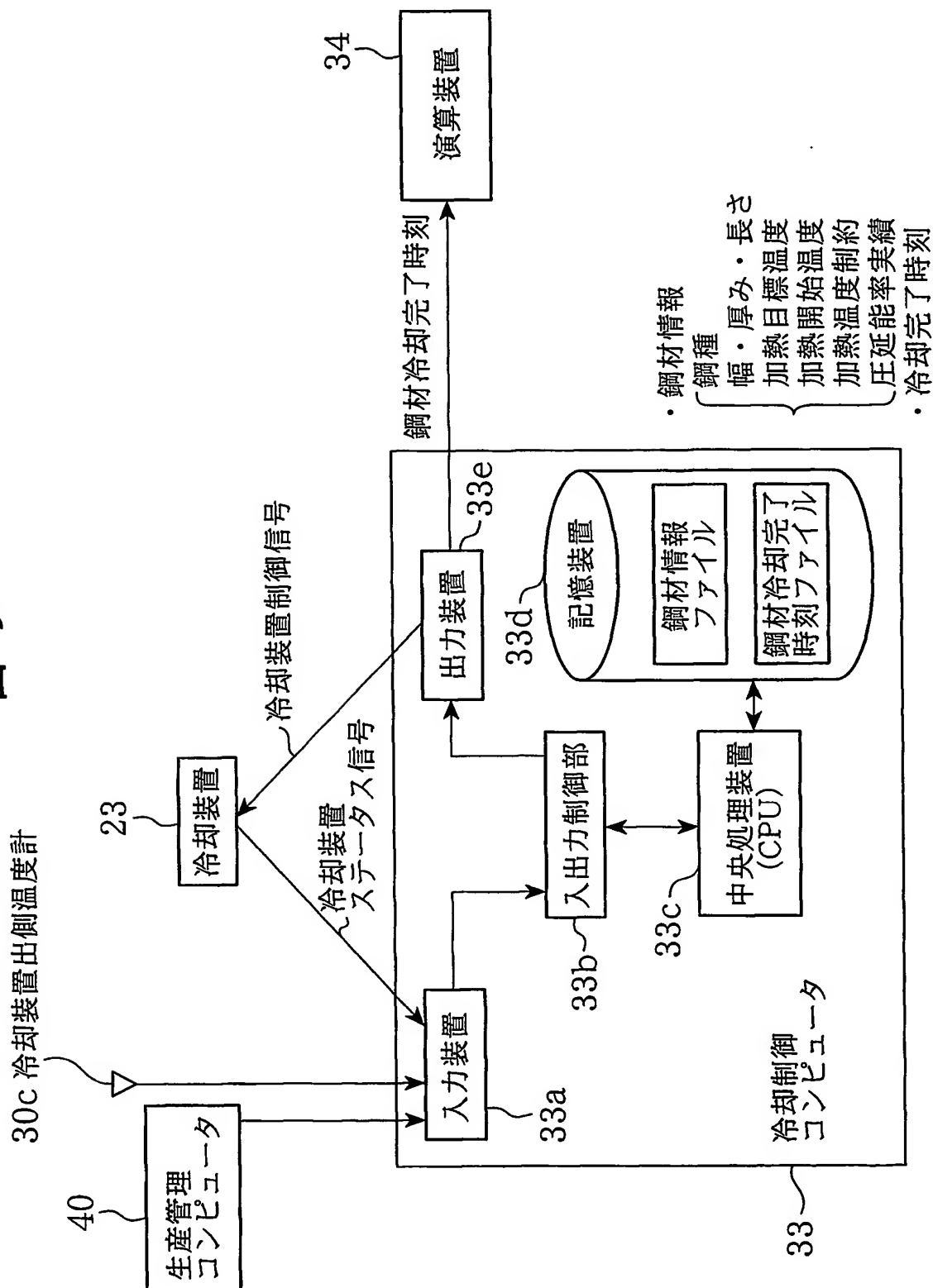


図 10

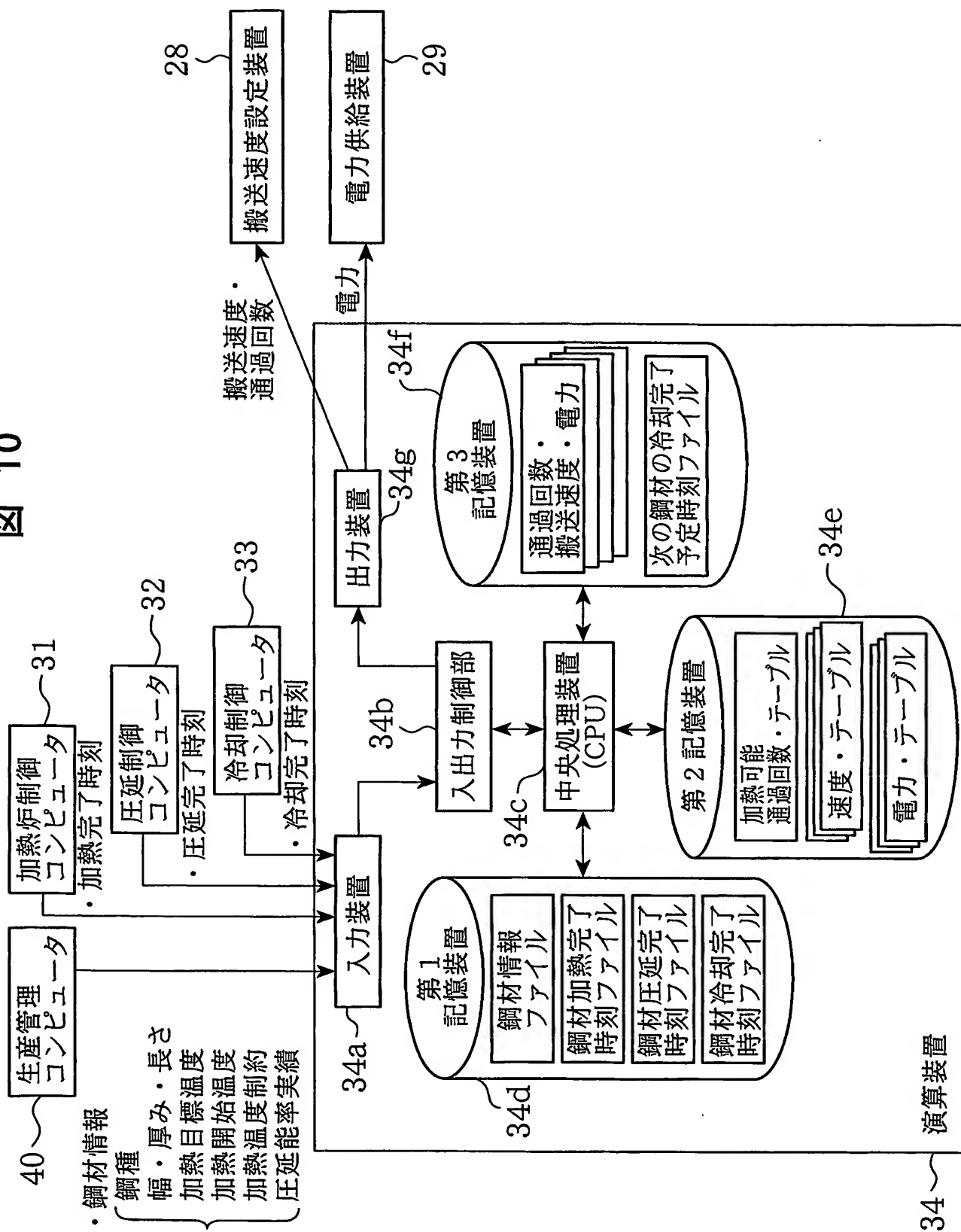


図 11

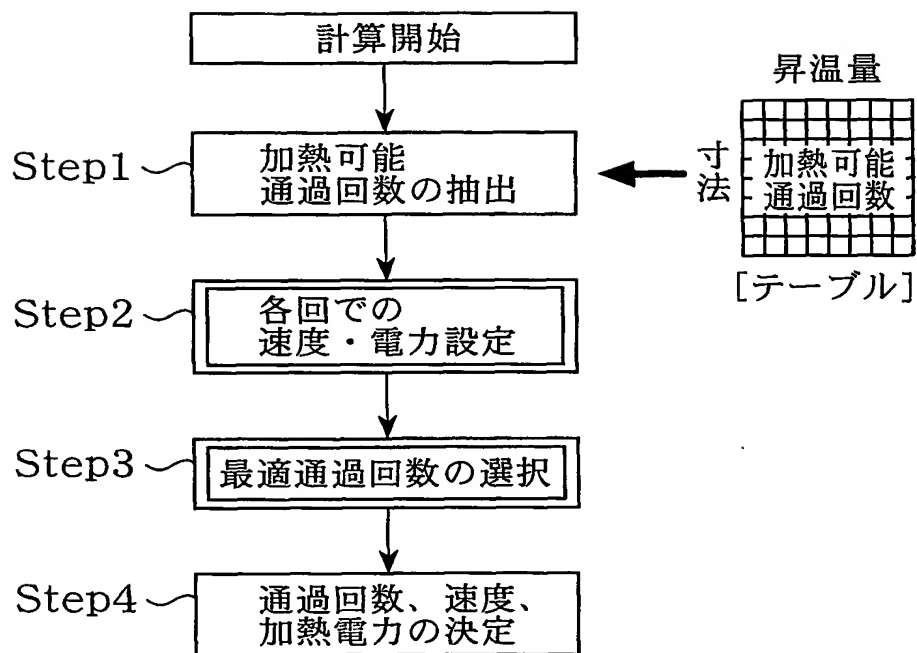


図 12

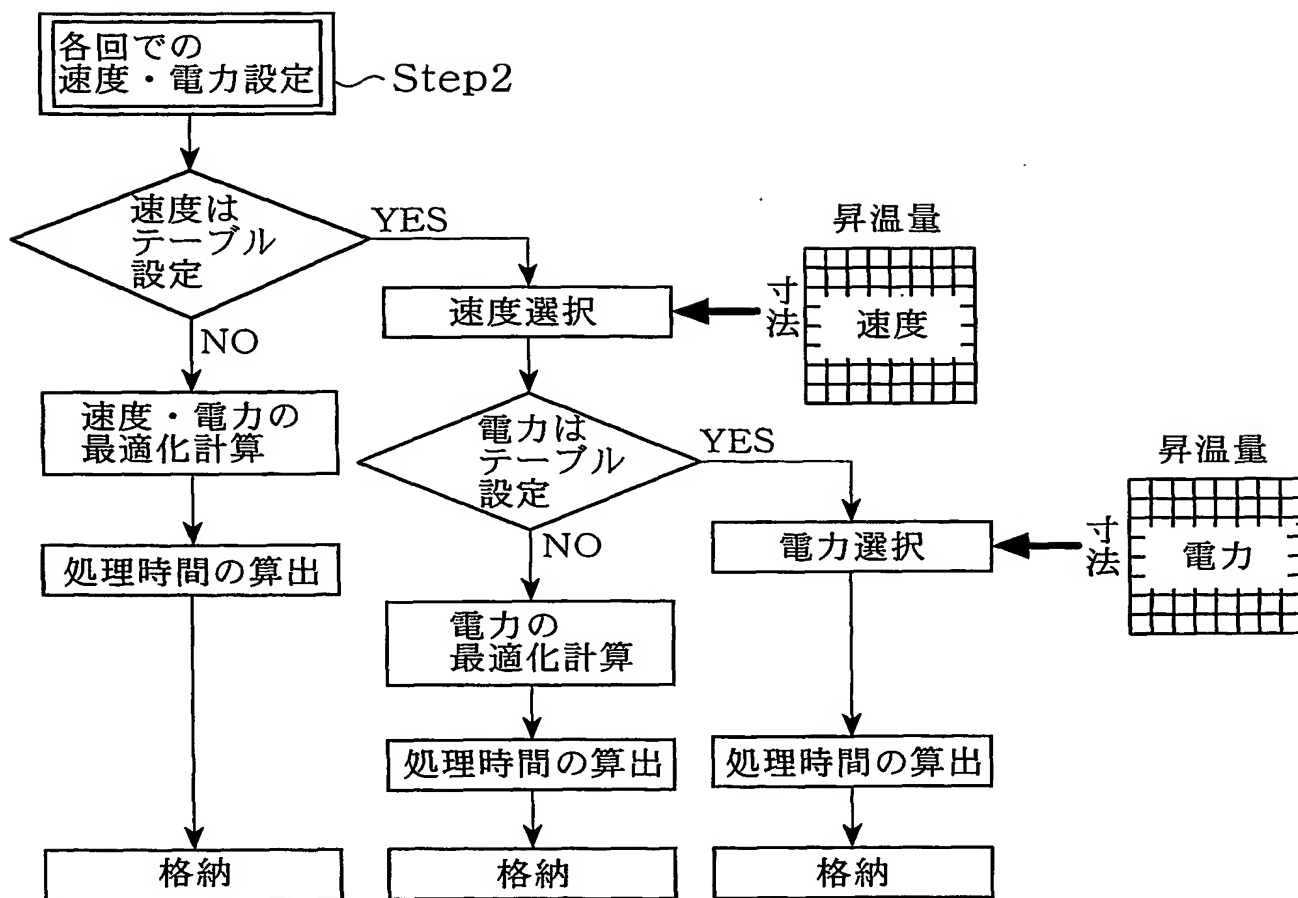


図 13

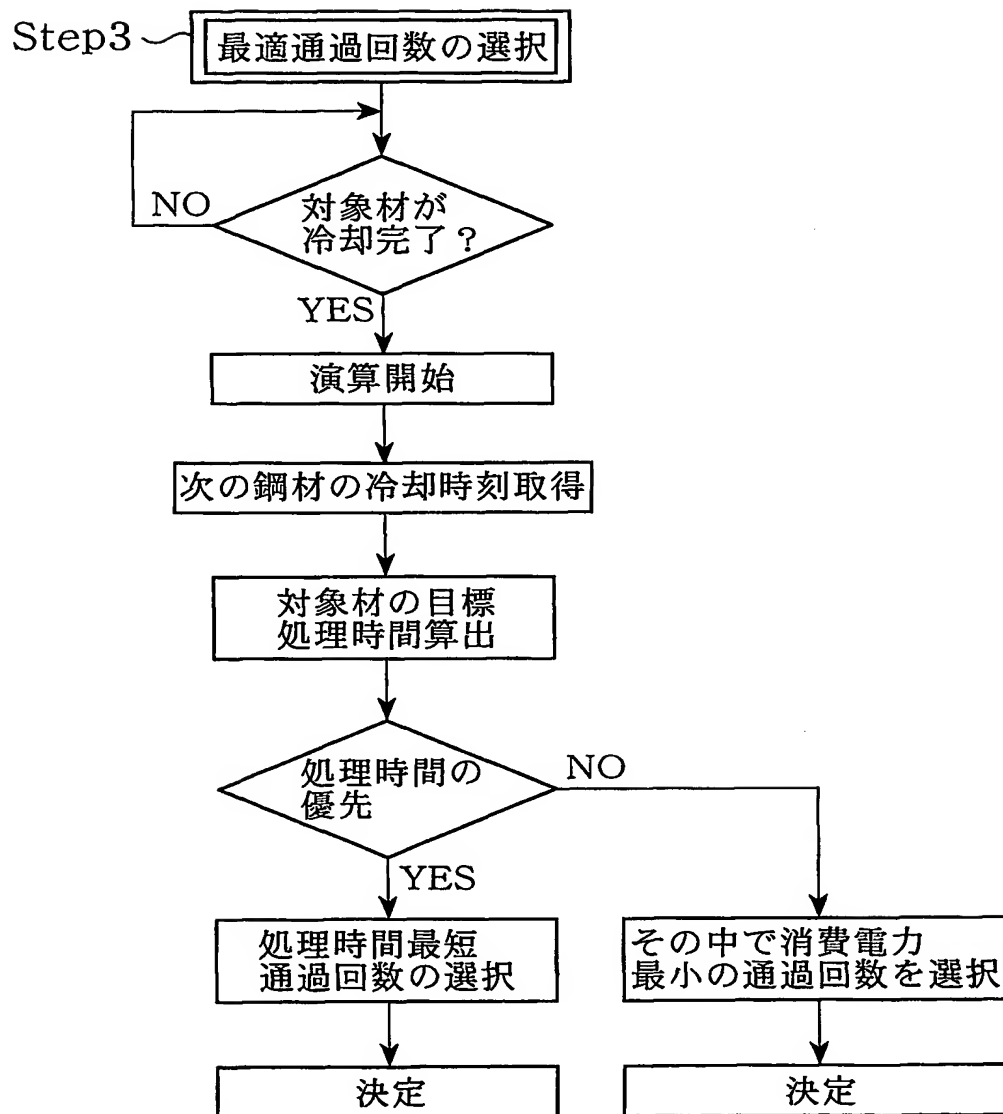
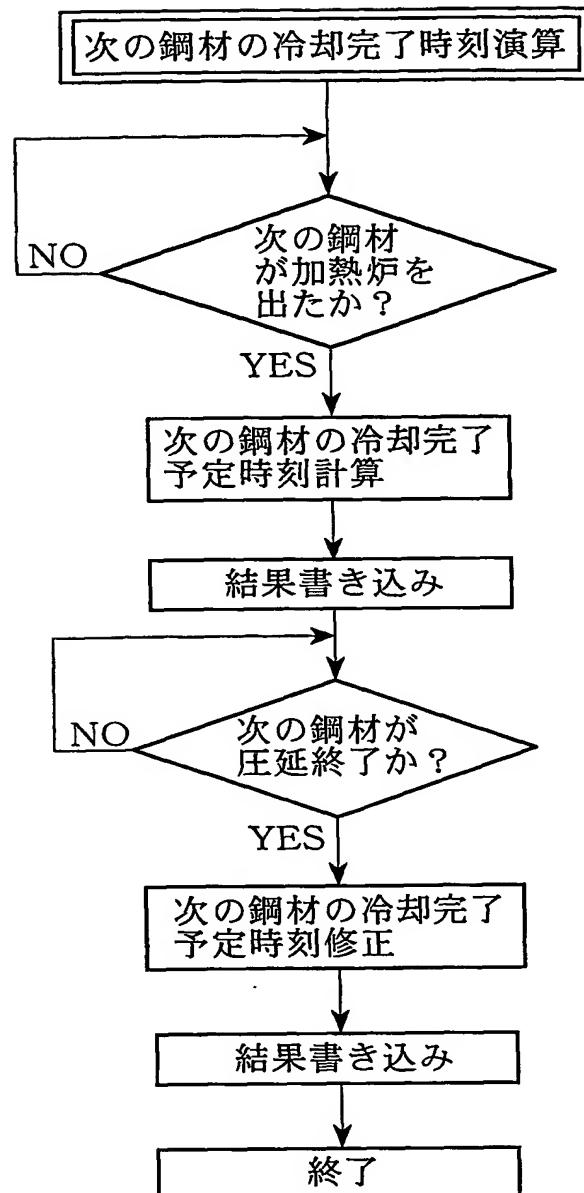


図 14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/09959

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ C21D1/42, C21D11/00, B21B45/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C21D1/42, C21D11/00, B21B45/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 02/50317 A1 (NKK CORP.), 27 June, 2002 (27.06.02),	1, 4, 5, 8-14, 16, 18, 19, 21
Y	Full text (Family: none)	2, 3, 6, 7, 15, 17, 20
Y	JP 57-23397 B2 (NKK CORP.), 18 May, 1982 (28.05.82), Claims (Family: none)	2, 3, 6, 7, 15, 17, 20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 October, 2003 (17.10.03)

Date of mailing of the international search report
04 November, 2003 (04.11.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO3/09959

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C21D 1/42, C21D 11/00, B21B 45/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ C21D 1/42, C21D 11/00, B21B 45/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	WO 02/50317 A1 (NKK CORP.)	1, 4, 5, 8-14,
Y	2002. 06. 27, 全文 (ファミリーなし)	16, 18, 19, 21
Y	J P 57-23397 B2 (NKK CORP.)	2, 3, 6, 7, 15,
	1982. 05. 18, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	17, 20

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17. 10. 03

国際調査報告の発送日

04.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

鈴木 毅

4 K

3 2 3 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3435